

PATENT OFFICE JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this office.

Date of Application: July 12, 2002

Application Number: Patent 2002-203375

Applicant(s): Honda Giken Kogyo Kabushiki Kaisha

(SEAL)

May 27, 2003

Commissioner, Patent Office: Shinichiro OHTA

No. 2003-3039925

P2002-203375

[Document]	Patent Application	
[Docket Number]	11045	
[Filing Date]	July 12, 2002	
[Recipient]	Patent Office Administrator	
[IPC]	H04N 17/00	
[Inventor]		
[Address]	c/o Kabushiki Kaisha Honda Gijutsu Kenkyusho, 4-1, Chuo 1-chome, Wako-shi, Saitama-ken	
[Name]	Chiaki AOYAMA	
[Applicant]		
[Identification Number]	000005326	
[Address]	1-1, Minami-Aoyama 2-chome, Minato-ku, Tokyo	
[Name]	Honda Giken Kogyo Kabushiki Kaisha	
[Attorney]		
[Identification Number]	100089266	
[Patent Attorney]		
[Name]	Yoichi OSHIMA	
[Official Fee]		
[Deposit Number]	047902	
[Paid Amount]	¥21,000	
[List of Attached Documents]		
[Document]	Specification	1
[Document]	Drawing	1
[Document]	Abstract of Disclosure	1
[General Power of Attorney]	9715829	
[Proofing Copy]	Needed	

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application: 2002年 7月12日

出願番号

Application Number: 特願2002-203375

[ST.10/C]:

[J.P 2002-203375]

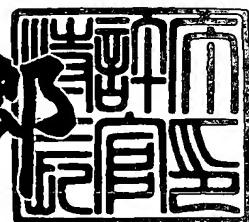
出願人

Applicant(s): 本田技研工業株式会社

2003年 5月27日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一



出証番号 出証特2003-3039925

【書類名】 特許願  
【整理番号】 11045  
【提出日】 平成14年 7月12日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 H04N 17/00  
【発明者】  
【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社 本田技術  
研究所内  
【氏名】 青山 千秋  
【特許出願人】  
【識別番号】 000005326  
【住所又は居所】 東京都港区南青山二丁目1番1号  
【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社  
【代理人】  
【識別番号】 100089266  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 大島 陽一  
【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 047902  
【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 9715829  
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 カメラ用画像出力較正装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の軸回りについて回動可能に較正されるべきカメラを支持すると共に軸毎の回動角度検出手段を備えるカメラ支持手段と、

前記カメラの前方に配置される点光源と、

前記点光源の位置を3軸上で変化させると共に各軸上での点光源位置検出手段を備える点光源移動手段とを有し、

前記カメラに対する前記点光源の位置検出値に基づいて前記カメラの内部パラメータの調節を行うことを特徴とするカメラ用画像出力較正装置。

【請求項2】 所定の軸回りについて回動可能に較正されるべきカメラを支持すると共に軸毎の回動角度検出手段を備えるカメラ支持手段と、

前記カメラの前方に配置される点光源と、

前記カメラに対する前記点光源の光線照射角度を所定の軸回りについて変化させると共に各軸回りについての照射角度検出手段を備える点光源支持手段とを有し、

前記カメラに対する前記点光源の光線照射角度検出値に基づいて前記カメラの内部パラメータの調節を行うことを特徴とするカメラ用画像出力較正装置。

【請求項3】 前記点光源からの光線がコリメータレンズを通して照射されたものであることを特徴とする請求項2に記載のカメラ用画像出力較正装置。

【請求項4】 較正されるべきカメラを固定するためのカメラ固定手段と、

前記カメラ固定手段に固定されたカメラの前方に配置された点光源と、

前記点光源の位置を少なくとも2軸について変化させると共に各軸上での点光源位置の検出手段を備える点光源移動手段とを有し、

前記カメラに対する前記点光源の位置を各軸について変化させ、各軸についての前記位置検出手段の出力値に基づいて前記カメラの内部パラメータの調節を行うことを特徴とするカメラ用画像出力較正装置。

【請求項5】 較正されるべきカメラの位置を少なくとも2軸について変化させると共に各軸上でのカメラ位置の検出手段を備えるカメラ移動手段と、

前記カメラ移動手段に支持されたカメラの前方に配置された点光源とを有し、前記点光源に対する前記カメラの位置を各軸について変化させ、各軸についての前記位置検出手段の出力値に基づいて前記カメラの内部パラメータの調節を行うことを特徴とするカメラ用画像出力較正装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、カメラ用画像出力較正装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

実空間上に存在する対象物の位置をカメラで撮像した画像データから把握する立体視システムにあっては、実空間に存在するある点と、それを写し取った点画像の撮像面上の座標との関係を正確に知る必要がある。しかしながら、レンズには歪みがあるため、撮像面上の正しい位置に結像させることは実質的に不可能である。そのために、例えば、雲台に支持させたカメラで基準となる格子パターンを撮像し、そのパターンの画像データに基づいてカメラの内部パラメータを調節することにより、歪み補正を行うようにしている（特開平11-355813号公報など参照）。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかるに、基準パターンを撮像した画像データに基づいてカメラの画像出力を較正する従来の手法によると、次数の低い関数だけでは近似できないプラスティックシールド越しの画像歪みを補正することは極めて困難であった。

【0004】

本発明は、このような従来技術の不都合を解消すべく案出されたものであり、その主な目的は、低次の関数で近似できない画像歪みを補正可能なカメラ用画像出力較正装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】

このような目的を果たすために、本発明の請求項1においては、所定の軸回りについて回動可能に較正されるべきカメラを支持すると共に軸毎の回動角度検出手段を備えるカメラ支持手段と、カメラの前方に配置される点光源と、点光源の位置を3軸上で変化させると共に各軸上で点光源位置検出手段を備える点光源移動手段とを有し、カメラに対する点光源の位置検出値に基づいてカメラの内部パラメータの調節を行うことを特徴とするカメラ用画像出力較正装置を提供することとした。

## 【0006】

このようにすれば、点光源側を移動させてるので、移動装置の規模が小さくて済み、移動に伴う回転誤差も発生しないので、より一層高い精度が得られる。また、基点位置の回転中心とのずれを計測し得るので、レンズの基点位置が回転中心と大きくずれた場合でも高精度に角度パラメータを検出することが可能である。

## 【0007】

また請求項2においては、所定の軸回りについて回動可能に較正されるべきカメラを支持すると共に軸毎の回動角度検出手段を備えるカメラ支持手段と、カメラの前方に配置される点光源と、カメラに対する点光源の光線照射角度を所定の軸回りについて変化させると共に各軸回りについての照射角度検出手段を備える点光源支持手段とを有し、カメラに対する点光源の光線照射角度検出値に基づいてカメラの内部パラメータの調節を行うことを特徴とするカメラ用画像出力較正装置を提供することとした。

## 【0008】

これによれば、カメラを回転させて所定の画素の中心に光点が写るようにすることができるので、広角レンズであっても広い面積のパターンを要さずに済む。この場合、特に点光源からの光線がコリメータレンズを通して照射されるようになれば（請求項3）、光点が無限遠点から発せられるものとみなせるため、レンズの基点位置（ピンホール位置または入射位置）を平行光が通過する範囲内であれば回転中心と一致させなくても高精度に角度パラメータを検出できる。

## 【0009】

また請求項4においては、較正されるべきカメラを固定するためのカメラ固定

手段と、カメラ定手段に固定されたカメラの前方に配置された点光源と、点光源の位置を少なくとも2軸について変化させると共に各軸上での点光源位置の検出手段を備える点光源移動手段とを有し、カメラに対する点光源の位置を各軸について変化させ、各軸についての位置検出手段の出力値に基づいてカメラの内部パラメータの調節を行うことを特徴とするカメラ用画像出力較正装置を提供することとした。

## 【0010】

このようにすれば、点光源を移動させるための動力が小さくて済む、点光源の移動に伴う回転誤差が発生しないので、より一層高い精度が得られる。

## 【0011】

また請求項5においては、較正されるべきカメラの位置を少なくとも2軸について変化させると共に各軸上でのカメラ位置の検出手段を備えるカメラ移動手段と、カメラ移動手段に支持されたカメラの前方に配置された点光源とを有し、点光源に対するカメラの位置を各軸について変化させ、各軸についての位置検出手段の出力値に基づいてカメラの内部パラメータの調節を行うことを特徴とするカメラ用画像出力較正装置を提供することとした。

## 【0012】

このようにすれば、カメラを移動させて所定の画素の中心に光点が写るようにするので、特徴が明確であり、撮像画素とその上下左右の画素との5画素の測定値から画素に写っている光源の実空間上の位置が直接測定される。従って、処理を必要な回数だけ行えば、低次の関数では近似できない歪みがあっても全画面について十分な精度で較正することが可能となる。

## 【0013】

## 【発明の実施の形態】

以下に添付の図面を参照して本発明について詳細に説明する。

## 【0014】

図1は、本発明に基づくカメラ用画像出力較正装置の全体を示している。この較正装置は、水平面上で垂直軸回りに回動自在なパンテーブル1及び水平軸回りで回動自在なようにパンテーブル1に支持されたチルトテーブル2を備えたカメ

ラ支持台3と、カメラ支持台3に対して水平面上に前後方向に延設されたX軸レール4、X軸レール4上を前後移動すべく左右方向に延設されたY軸レール5、及びY軸レール5上を左右移動すべく垂直方向に立設されたZ軸レール6を備えた3次元移動台7と、Z軸レール6上に上下移動自在に設けられた点光源ランプ8とからなっている。

## 【0015】

パンテーブル1及びチルトテーブル2は、パルスモータなどの如き適宜な回転駆動装置（図示せず）で駆動され、チルトテーブル2上に搭載されたカメラ9の視軸を上下・左右に振ることができるようにになっている。また、パン・チルト両テーブル1・2の回転軸には、カメラ9の視軸角度を得るために、例えばロータリーエンコーダなどの回転角度計測器（図示せず）が設けられている。

## 【0016】

Y軸レール5、Z軸レール6、及び点光源ランプ8は、例えばラックピニオン機構あるいはボールスクリュー機構など、パルスモータの回転力を直線運動に変換する適宜な駆動装置（図示せず）で駆動されてそれが対応するレール上を直線移動することができるようになっている。また、x、y、z各軸には、座標を直読できる電子スケール（図示せず）がついている。これらの位置信号は、パルスモータのエンコーダ値から得ることもできる。

## 【0017】

なお、点光源ランプ8は、撮像パネルを構成する1画素の視角に対する発光部の面積が十分に小さければ良く、LEDや白熱灯など、発光体の方式は問わない。

## 【0018】

次に本発明による較正の原理及び手順について図2～図5を参照して説明する。

## 【0019】

カメラ9の撮像画像は、撮像面上のある画素について見ると、実空間上に存在する対象物上のある点からの反射光を写し込んだものなので、画像に歪みがなく、反射光が1点を通過するもの（ピンホールカメラモデル）と仮定すれば、左右

のカメラと対象物上のある点との位置には、図2に示す関係がある。従って、対象物上のある点の位置は、左右のカメラの位置情報（x、y、z各軸上における基点座標）と、両カメラの対象物に対する視線の方向情報（角度）とから、左右のカメラから対象物へ伸ばした2つの直線の交点座標（ $x_p$ 、 $y_p$ 、 $z_p$ ）として、次式によって与えられる。

## 【0020】

$$x_p = w / (\tan \alpha_R - \tan \alpha_L)$$

$$y_p = x_p \tan \alpha_R$$

$$z_p = x_p \tan \gamma$$

## 【0021】

上記は、入射光の方向が違っても一点に集まるというピンホールカメラモデルでは成立するが、レンズを用いた一般的なカメラにおいてはこのように単純ではない。そこで、実空間上の光点を撮像して得られた画像出力が、実空間上の光点の座標データと整合するように、カメラの内部パラメータを調節する必要がある。

## 【0022】

カメラ支持台3に搭載しただけの状態にあっては、カメラ9の基点（レンズの光学的中心）位置は未知なので、先ず、パン・チルト両回転軸を基準としたカメラ9の基点座標を以下の手順（図3参照）で推定する。

## 【0023】

先ず、水準器などを用いてチルトテーブル2を水平に設置し、この状態でパンテーブル1を正面に向け、カメラ9の前方に置いた点光源ランプ8からの光線をカメラ9に入射する。このときの点光源ランプ8からの入射光をカメラ9の撮像面上に写し、その光像をA/D変換して画像メモリに取り込む（ステップ1）。取り込んだ光像は、ある画素を中心とした広がりをもつ白い点なので、画像メモリ中のピーク値から中心画素を抽出する（ステップ2）。

## 【0024】

次にX軸レール4上で点光源ランプ8を適宜な距離だけ移動させ、このときの中心画素の位置変化が所定範囲以上か否かを判断する（ステップ3）。ここで中

心画素の位置変化が所定範囲を超えていた場合は、そのずれ量から修正移動量を推定し（ステップ4）、ずれ量が少なくなるようにy、z両軸レールのモータ制御部に駆動指令を与える（ステップ5）。

## 【0025】

カメラ9の撮像面上にとらえた光像の中心画素の位置変化が所定範囲以下となるまでこの処理を繰り返す。この処理により、光像の中心画素が位置変化しなくなったところがy、z両軸上でカメラ9の基点と点光源ランプ8とが互いに正対した位置（図4参照）なので、このときの点光源ランプ8の座標を記憶する（ステップ6）。

## 【0026】

なお、例えばカメラ9の後方にトランシットなどを設置して点光源ランプ8の位置を予め粗調整しておけば、カメラ9の基点と点光源ランプ8との正対に要する時間を短縮することができる。

## 【0027】

以上の処理により、パン・チルト両軸中心に対する点光源のx、y、z各軸上の座標 $x_d$ 、 $y_0$ 、 $z_0$ が求まる。そしてカメラ9の基点座標のうち、y、z各軸上の座標については、点光源の座標と等しい $y_0$ 、 $z_0$ が得られ、x軸上の座標のみが未知の値として残る。このx軸上の座標については、以下のようにして、パンテーブル1を回転することで発生するカメラ9の基点と点光源ランプ8との水平面上での幾何学的関係の変化から推定する。

## 【0028】

図5に示すように、チルトテーブル2を水平状態にしたまま、パンテーブル1を適宜な角度 $\theta$ だけ回転させ、回転後のカメラ基点に正対する点光源位置を上記と同様にして求める。

## 【0029】

ここでパンテーブル1が正面を向いた状態でのパン回転中心と基点とを結ぶ直線とy軸との角度を $e$ 、基点位置推定のためのパンテーブル回転角度を $\theta$ 、パンテーブル回転中心と基点との距離を $r$ としたとき、回転前の点光源座標（ $x_d$ 、 $y_0$ 、 $z_0$ ）、回転後の点光源座標（ $x_d$ 、 $y_1$ 、 $z_0$ ）、及び回転角度 $\theta$ は既

知なので、次式から  $e$ 、 $r$  が推定できる。

【0030】

$$e = \tan^{-1} [ (y_0 \cos \theta - y_1) / y_0 \sin \theta ]$$

$$r = y_0 / \cos e$$

【0031】

従って、カメラ基点の  $x$  軸上の座標  $x_0$  は次式で与えられる。

【0032】

$$x_0 = y_0 \tan e$$

【0033】

以上によりカメラ9の基点座標が分かるので、3次元移動台7上の点光源ランプ8の位置に応じた正規の画像出力が得られるようにカメラ9の内部パラメータを調整すれば良い。また、このときのカメラ9の取り付け状態から、カメラ9の機械的な基準点（外部パラメータ）を設定することができる。

【0034】

次にコリメータレンズを通して点光源ランプ8を照射する場合のカメラ9の内部パラメータの推定方法について図6を参照して説明する。なお、点光源ランプ8がコリメータレンズを通してカメラ9に照射されることと、3次元移動台7が点光源ランプ8の位置検出手段を備えないこと以外は上記第1の実施形態と同一なので、較正装置に関する説明は省略する。

【0035】

先ず、上記第1の実施形態と同様に、カメラ9を正面に向けた状態でコリメータレンズ付きの点光源ランプ8を前後に移動させ、撮像面上の画素が移動しない位置に点光源ランプ8を合わせる。これにより、その画素が点光源ランプ8と正対したことになるので、そのまま  $x$  軸上でできるだけカメラ9から離した位置に点光源ランプ8を設置する。

【0036】

撮像面10上における適宜な位置の画素Pを選択し、その画素中心に光像が写るようにパンテーブル1及びチルトテーブル2を回転させ、その角度を記録する。

## 【0037】

この処理を所要の位置にある複数の画素について繰り返す。

## 【0038】

このようにして得られたパンテーブル1及びチルトテーブル2の回転角度 $\beta$ 、 $\delta$ から、カメラの内部パラメータとしての $\alpha$ 、 $\gamma$ が、次式により得られる。

## 【0039】

$$\alpha = \tan^{-1} (\tan \delta / \cos \gamma)$$

$$\beta = \tan^{-1} (\tan \gamma \cdot \cos \alpha)$$

$$\delta = \sin^{-1} (\cos \beta \cdot \sin \alpha)$$

$$\gamma = \tan^{-1} (\tan \beta / \cos \alpha)$$

## 【0040】

## 【発明の効果】

以上、詳述した通り本発明によれば、カメラを回転させることにより、画素の受光方向が各カメラについて直接測定でき、不規則な歪みパターンをもつレンズにも対応することができ、しかも複数のカメラを同時に較正することができるので、較正装置を簡略化する上に大きな効果を奏することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図1】

本発明による較正装置の概略較正図

## 【図2】

カメラと対象物との関係を示す三次元座標図

## 【図3】

カメラ基点と点光源とを整合させる処理フロー図

## 【図4】

整合時のカメラ基点と点光源との関係を示す三次元座標図

## 【図5】

カメラ基点のx軸座標の求め方の説明図

## 【図6】

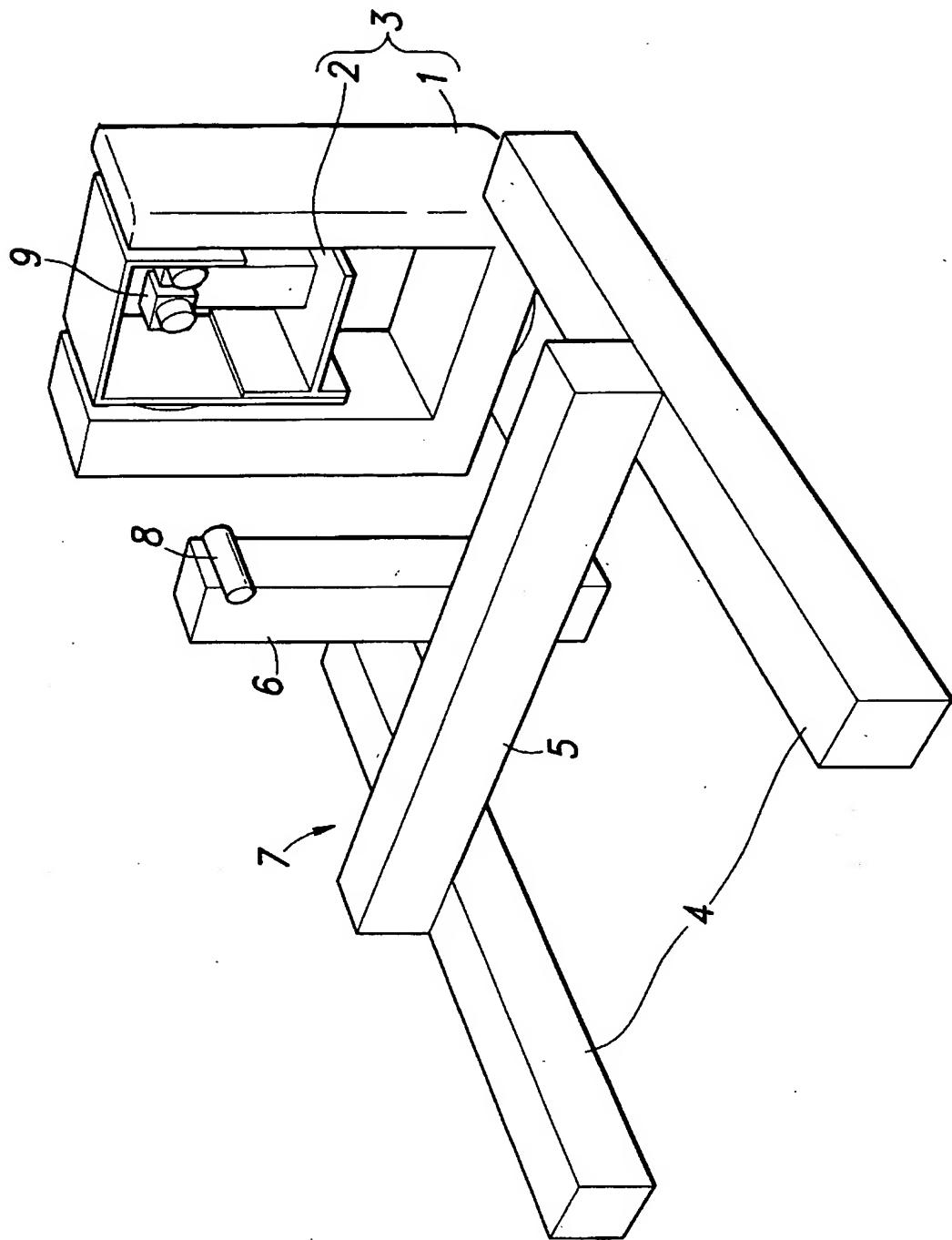
第2の手法によるカメラの内部パラメータの求め方の説明図

【符号の説明】

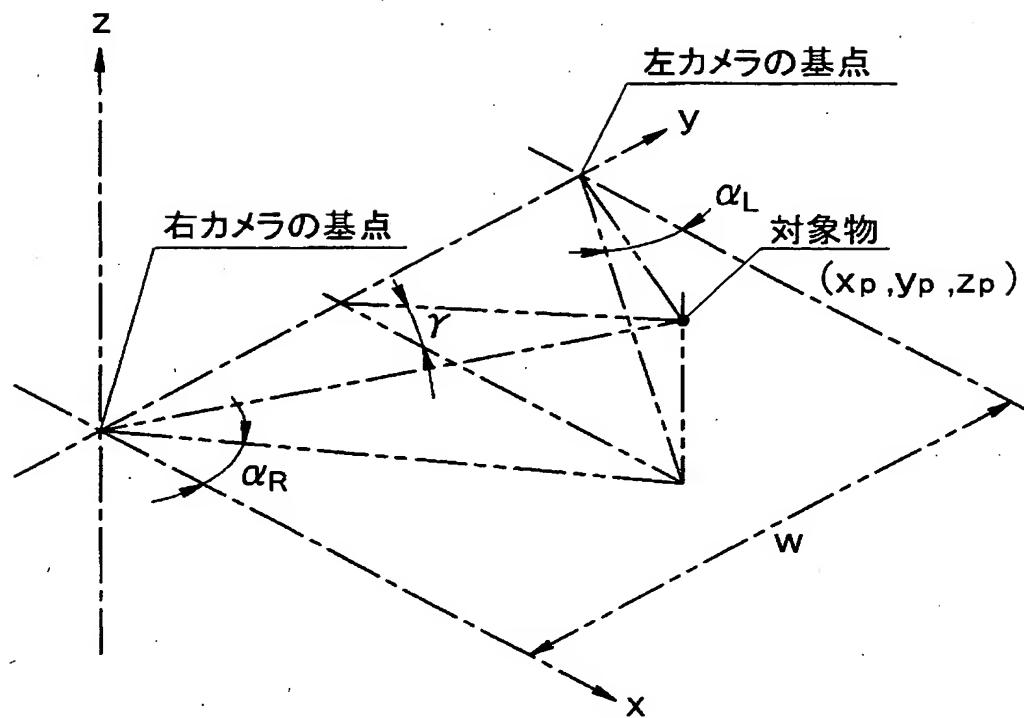
- 1 チルトテーブル
- 2 パンテーブル
- 3 カメラ支持台
- 4 X軸レール
- 5 Y軸レール
- 6 Z軸レール
- 7 三次元移動台
- 8 点光源ランプ
- 9 カメラ

【書類名】 図面

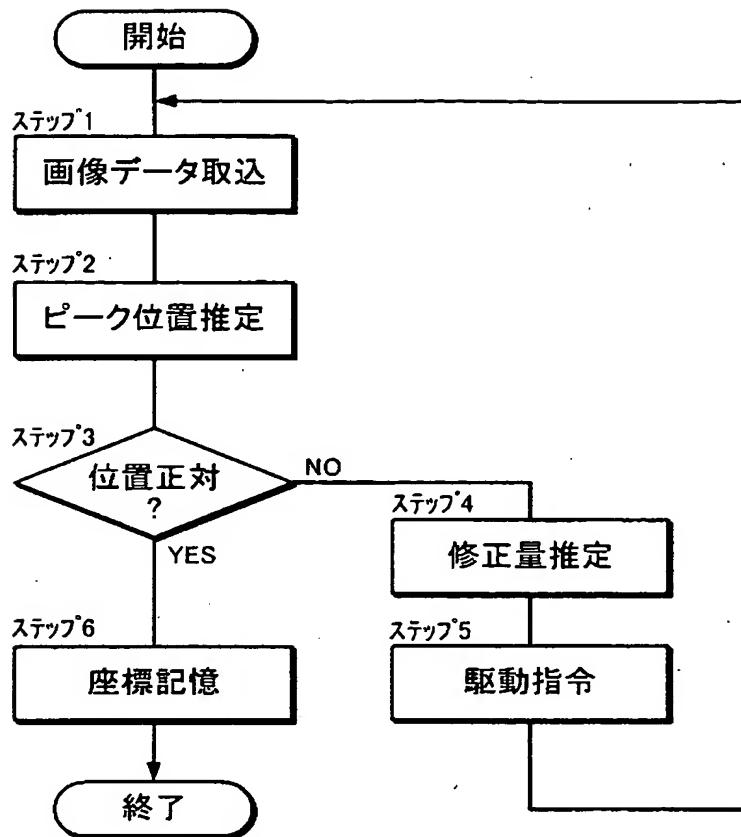
【図1】



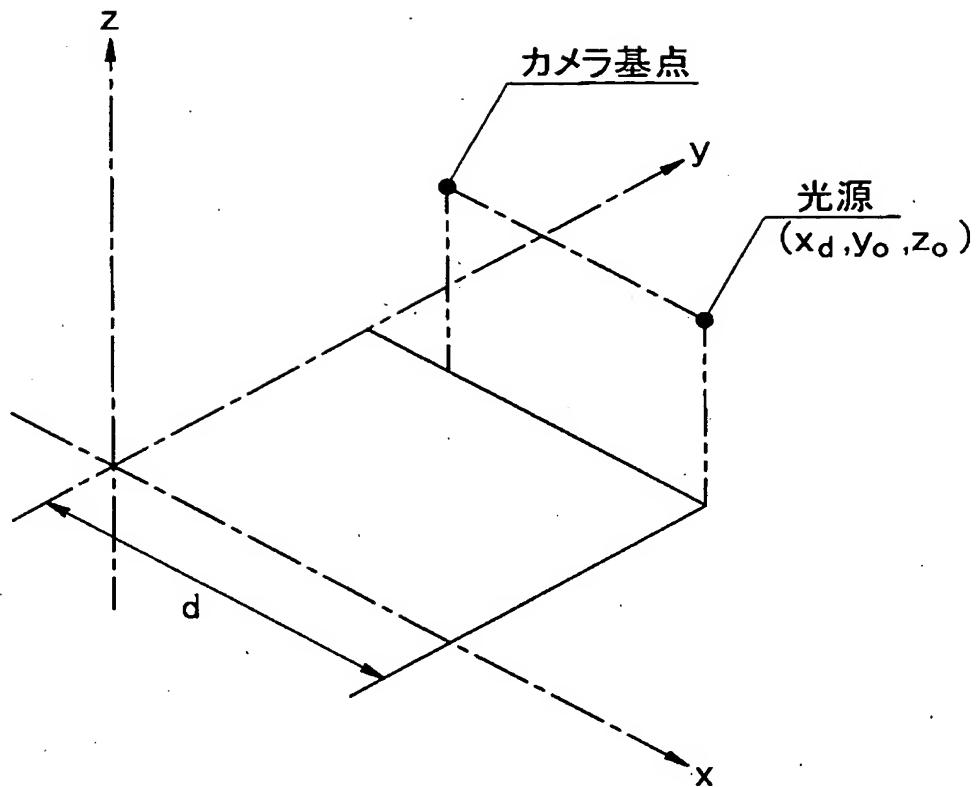
【図2】



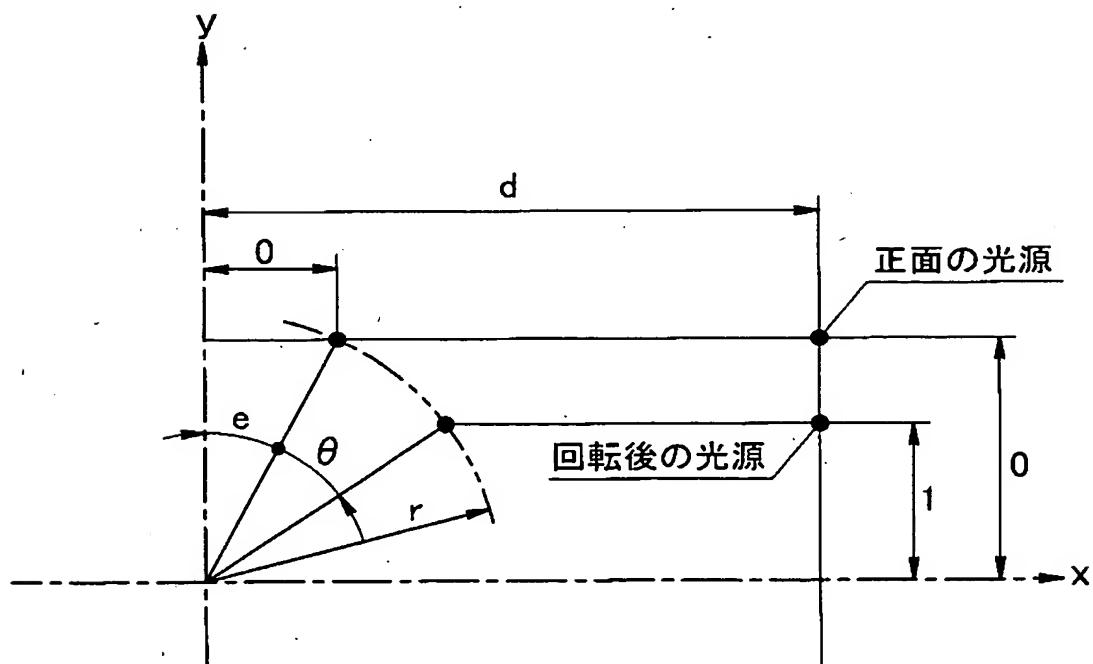
【図3】



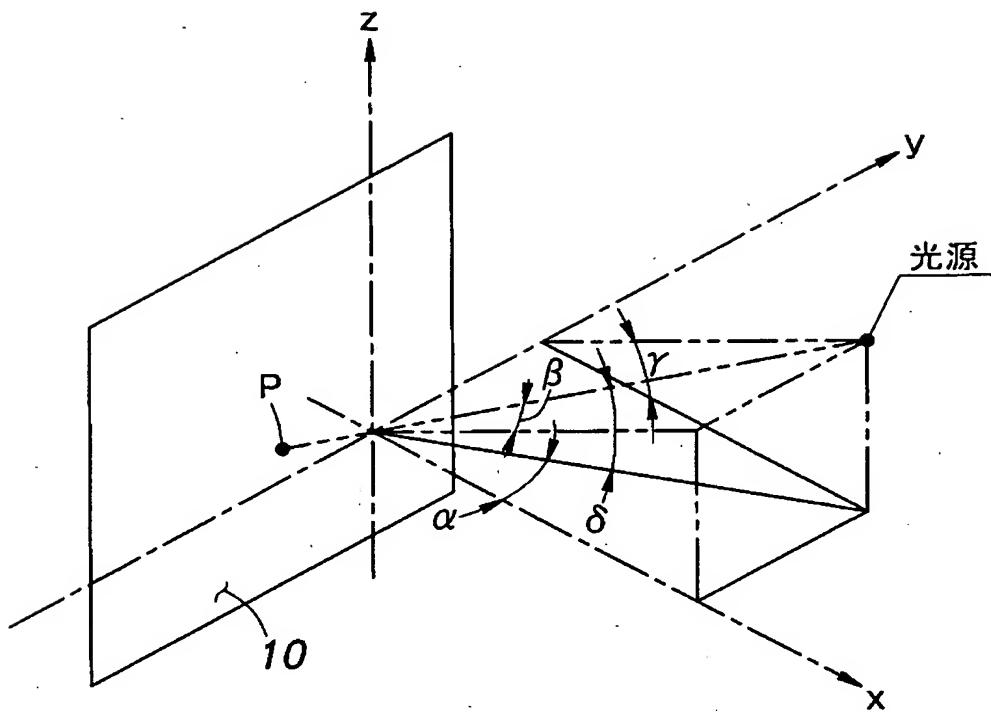
【図4】



【図5】



【図6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 不定形歪みがある場合でも、組み立てたカメラにおける画像出力の較正が可能であり、しかも大面積の基準パターンを必要とせずに済むカメラ用画像出力較正装置を提供する。

【解決手段】 所定の軸回りについて回動可能に較正されるべきカメラを支持すると共に軸毎の回動角度検出手段を備えるカメラ支持手段と、カメラの前方に配置される点光源と、点光源の位置を3軸上で変化させると共に各軸上での点光源位置検出手段を備える点光源移動手段とを有し、カメラに対する点光源の位置検出値に基づいてカメラの内部パラメータの調節を行うものとする。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000005326]

1. 変更年月日 1990年 9月 6日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都港区南青山二丁目1番1号

氏 名 本田技研工業株式会社